

## БИОЦЕНОЗЫ И ТАФОЦЕНОЗЫ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ КАРЫМСКОГО ОЗЕРА (КАМЧАТКА) В ПОСТКАТАСТРОФИЧЕСКИЙ ПЕРИОД (1996-2008 гг.)

Лупкина Е.Г.

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;  
e-mail: volcan@kscnet.ru*

Результаты исследований альгологических остатков в вулканогенно-осадочных отложениях, прилегающих к кальдере Академии Наук, в которой продолжительное время находится акватория озера Карымское, а также в донных осадках самого озера, свидетельствует о том, что диатомовая флора с позднего плейстоцена и до 1996 г. являлась несомненной компонентой озерной экосистемы.

Альгофлора Карымского озера, как показатель его экосистемы, до подводного извержения 1996 г. в кальдере Академии Наук систематически не изучалась. Впервые научно-практический интерес к альгофлоре названного озера был проявлен в 70-х годах XX века продукционистами КамчатНИРО в связи с исследованием первых звеньев трофической цепи, связанным с интродуцированием популяции жилой формы *Oncorhynchus* (кокани) из Кроноцкого озера. По данным И.И. Куренкова (Куренков, 1985) в планктонном биоценозе доминировали представители *Bacillariophyta* - *Aulacoseira* (*Melosira*) *italica* и *Asterionella gracillima* (с суммарной численностью более 250 тыс. клеток/л). В качестве постоянно сопутствующих с оценкой обилия до «нередко», по общепринятой в России 6-балльной шкале, нами в осенних сборах И.И. Куренкова обнаружены *Stephanodiscus* cf. *invisitatus* (S. cf. *minutulus*), *Cyclotella tripartita*, *C. bodanica*.

Бентическая альгофлора озера, также как и термальных источников, эфемерных луж и водотоков его береговой зоны, до 1996 г. не исследовались.

Биогидрохимический посезонный мониторинг состояния озерной экосистемы был начат с 1996 г. Он связан с активизацией Карымского вулкана (с 2 января 1996 г.) и произошедшим синхронно ему впервые на территории России мощным подводным фреатомагматическим извержением в северном секторе Карымского озера (Федотов и др., 2002). Подводное извержение в очень короткое время привело к резкому нарушению равновесия термогидрохимического озерной системы и оказало катастрофическое воздействие на биоту. Прежде олиготрофное низкоминерализованное, низкотемпературное с субнейтральным pH озеро со средним диаметром 3.8 км, глубиной 50-60 м и объемом  $4.6 \cdot 10^8 \text{ м}^3$  превратилось в водоем кислого раствора сульфатно-натриево-кальциевого состава, с pH = 3.1-3.4 по всей массе воды. Температура воды в озере поднялась на 20-24° С, и в первые месяцы после извержения в прибрежной зоне северного сектора фиксировалась температура, равная 28°С. В первые же месяцы 1996 г. погиб многовековой планктонный альгоценоз, в котором доминировала *Aulacosira italica* (= *A. subarctica*?), способствовавшая развитию достаточной плотности планктонных ракообразных, потребляемых молодью интродуцированной жилой формы *Oncorhynchus* (кокани).

По итогам десятилетнего мониторинга за состоянием биоты водной толщи озера установлено: 1 – в весенний и летне-осенние сезоны биомасса водорослей пелагиали и литорали не превышала 0.1 мг/л и была представлена единичными, редкими и физиологически ослабленными экземплярами бентических диатомовых, синезеленых и зеленых водорослей – временными вселенцами из ручьев и мелких водоемов береговой зоны и термальных источников южного сектора озера; 2 – в июле 1997 г. в приповерхностных слоях прибрежной зоны северного, восточного, северо-восточного и южных секторов озера происходило массовое развитие жгутиковых форм *Chlorophyta* и *Euglenophyta*; 3 – донные сообщества водорослей, включая перифитон, в течение десяти

лет развиваются локально и слабо, систематический состав их находится в зависимости от латерального стока и состава ценозов термальных источников береговой зоны, а также, под отрицательным воздействием водородного показателя водной массы озера; 4 – состояние альгологической составляющей биоты озера продолжает находиться в несомненной зависимости от продолжающегося поступления эндогенного флюида.

В верхней части озерной литорали на глубине 3-12 (20) метров с (1999?) 2000 г. сначала с визуально заметной численностью, а затем с массовой по настоящее время – 2008 г. развиваются нитчатые зеленые (Chlorophyta) – *Microspora stagnorum* и сопутствующий ей локально *Rhizoclonium*. В подвижных водах их численность достигает 3 кг/м<sup>2</sup> (сырой массы). В этой перифитонной ассоциации численность представителей других отделов водорослей очень низкая.

О составе автохтонного планктонного и бентического альгоценозов предкатастрофического периода некоторое представление дают результаты исследований тафоценозов диатомей из поверхностных осадков, поднятых из прицентральной глубоководной части озера (60 м). В верхнем слое неконсолидированных илов (мощн. 0.5-1.0 см) обнаружены часто с заметной численностью (до «нередко») изолированные створки и фрагменты видов, популяции которых не восстановились за десятилетний период мониторинга в том числе из родов: *Aulacoseira*, *Cyclotella*, *Stephanodiscus*, *Tabellaria*, *Diploneis*, *Epithemia*, *Rhopalodia*, имевших широкое распространение в палеоводоемах прилегающих территорий в позднем плейстоцене- голоцене.

Исследование валовых сетяных и отстойных проб свидетельствует о том, что автохтонный диатомовый планктонный комплекс на протяжении десятилетнего периода не восстановился и его биотоп кратковременно занимали жгутиковые формы Chlorophyta, Euglenophyta и позднее (2000-2004 гг.) *Choricystis chodatii*.

Максимальная численность последнего достигала в валовых отстойных пробах (отбор 60-0 м) до 61 млн клеток/л, массовое развитие его отмечалось также локально в субнейстоне прибрежной зоны южного сектора озера в зоне смешения озерной воды с субщелочными водами термальных источников Академии Наук. Сопутствующим субдоминантом являлась *Nitzschia sigma*.

Восстановление депопуляции планктонного структурообразующего комплекса диатомовых водорослей наблюдается в зимний сезон с 2006 г. При этом численность *Aulacoseira italica* l.s. (= *A. subarctica*?) на порядок меньше таковой чем в предкатастрофический период; *Asterionella* не обнаружена. Примечательной особенностью в целом планктонной ассоциации в центре подводного кратера Токарева в апреле 2008 г. является присутствие в ограниченном интервале водного столба (на глуб. 50 м) массового скопления представителя Cyanophyta – *Gomphosphaeria* cf. *lacustris* и единичных колоний *Aphanothece* sp. (*A. cf. elabens* (Breb.) Elenk.) на минеральных частицах (чермигита?), ранее в акватории озера и в его прибрежной зоне не наблюдавшихся.

Наибольшее видовое разнообразие диатомовых водорослей по нашим наблюдениям присуще бентическим биотопам (Лупикина, 2005; Лупикина, Жаковщикова 2003). Среди бентических ассоциаций водорослей по 10-летним наблюдениям выделены группировки эпифитона, эпилитона, эпипелона в зоне литорали. Наименьшим распространением характеризуется эпифитонная и приученная к «макрофитам» - водному мху, развивающемуся круглогодично по северному обрамлению п-ва Новогодний в вододинамичной среде, освобождающей биообъекты от выпавшего на них вулканического пепла. В северном секторе озера этот локальный альгоценоз в 1999-2000 гг. представлен небольшим числом видов в физиологическом нормальном состоянии диатомей: *Eunotia exigua*, *Pinnularia viridis*, *P. gentilis*, *P. microstauron*, *P. subcapitata*, *Navicula cryptocephala*.

В последующие годы видовое разнообразие и численность группировки значительно возрасла на фоне расширения скопления *Microspora stagnorum* на участках с

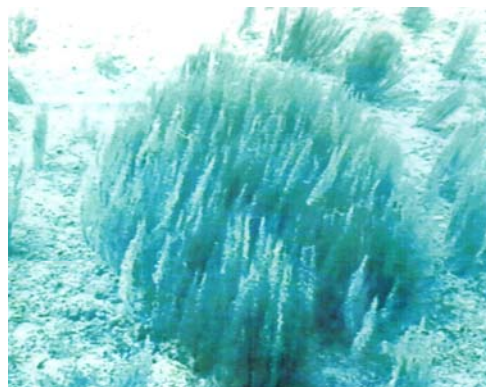
pH 5.0-6.0 и  $t^{\circ}$  от  $6^{\circ}$  до  $20^{\circ}\text{C}$ , реже  $26^{\circ}\text{C}$ . Группировки диатомовых водорослей эпилитона приурочены к текучим водам и прибойной каменистой литорали. По доминирующим видам выделяются три типа обрастаний: «тип *Achnanthes*» (налет на голых камнях), *A. minutissima*, *A. lanceolata*, *A. linearis*, «тип *Melosira*» с одним доминирующим видом – *M. varians* «тип *Synedra*» (доминант – *S. ulna*, большей частью природная монокультура), «тип *Nitzschia*» (*N. sp. sp.*).

Группировки диатомовых водорослей эпипелона формируются локально на глубинах верхней и средней литорали (до 25 м) в зонах мало подверженных волновому перемешиванию и взмучиванию пелитовой фракции пеплов ветровым перемешиванием и скрытыми разгрузками. Названные факторы приводят к формированию узколокальных биотопов и биоценозов, а также к колебаниям количественных оценок обилия видов. Батиметрическими исследованиями установлен террасовидный профиль озерной ванны, особенно ее литоральной зоны. Просадочные участки донных осадков способствуют деформации поверхностных слоев и формированию танатоценозов смешанного видового состава, имевших место альгосукцессий. В случае преобладающей неконсолидированной пелитовой фракции осадков при формировании танатоценозов в просадочных участках в ассоциации живущих таксонов попадают в переотложенном виде таксоны предкатастрофического периода.

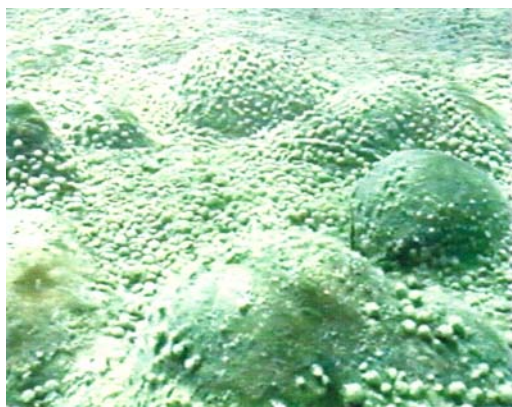
В целом вулканический (пеплопады) и гидрологические факторы (pH,  $t^{\circ}$ ), терригенный и эоловый снос посткатастрофического периода способствуют искажению представлений о площадном развитии литоральной зоны Карымского озера (в сторону увеличения) и значительно нивелируют состав существующих локальных альгоценозов при формировании тафоценозов. Наиболее локально распространенные массовые фитоценозы в литорали и планктоне Карымского озера в 2000-2007 гг. представлены на рис. 1-6.



**Рис. 1.** *Microspora stagnorum*.

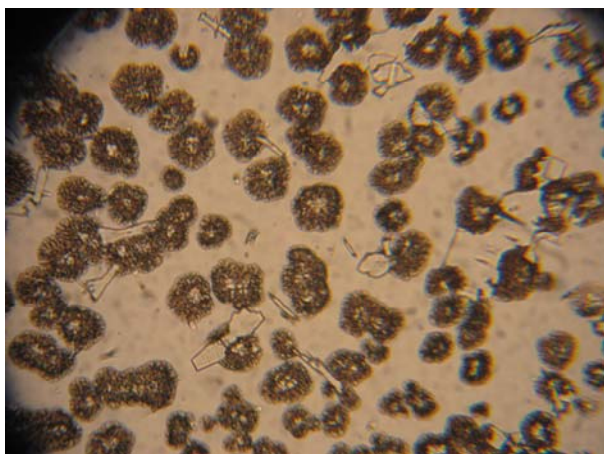


**Рис. 2.** *Pholia filum* + *Microspora stagnorum*

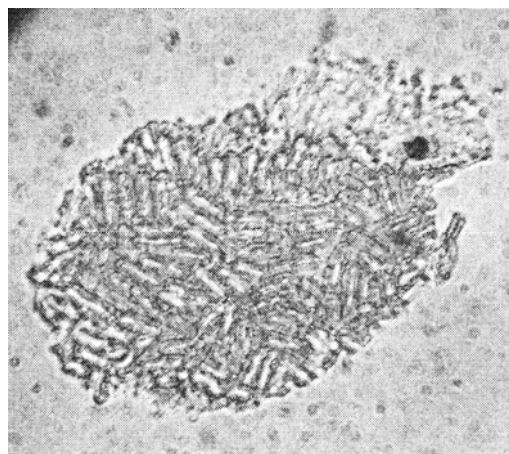


**Рис. 3.** Колонии *Phormidium sp.sp.*

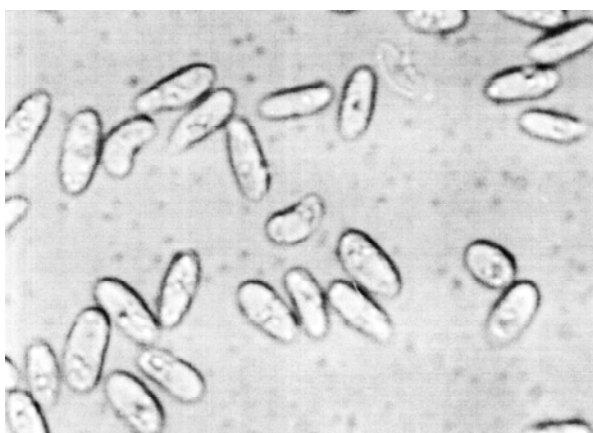




**Рис. 4.** *Charicystis chodati* (в планктоне).



**Рис. 5.** *Aphanothece cf. elabens* (в планктоне).



**Рис. 6.** *Gomphosphaeria cf. lacustris* (в планктоне).

### Список литературы

Куренко И.И. Результаты интродукции кокани в Карымское озеро // Генетические и экологические проблемы разведения лососевых рыб // Тр. Гос. НИОРХ. Л.: Промрыбвод, 1985. Вып. 228. С. 98-104.

Лупкина Е.Г. Восстановление биоты в посткатастрофический период извержения вулканов (сукцессии альгоценозов озера в Карымское в 1996-2003 гг. // Вулканология и сейсмология. 2005. № 1. С. 37-43.

Лупкина Е.Г., Жаковицкова Т.К. Диатомовые водоросли – растения-первопоселенцы оз. Карымское посткатастрофического периода // Материалы IV научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский, 18-19 ноября 2003 г. Петропавловск-Камчатский, 2003. С. 65-67.

Федотов С.А., Озеров А.Ю., Магуськин М.А. и др. Извержение Карымского вулкана в 1998-2000 гг., связанные с ним сейсмические, геодинамические и поствулканические процессы, их воздействие на окружающую среду // Катастрофические процессы и их влияние на природную среду. Т. 1. Вулканизм. М.: Региональная общественная организация ученых по проблемам прикладной геофизики, 2002. С. 117-160.